

**«Разработка уникального комплекса эталонных
средств времени и частоты для создания
перспективных навигационных технологий»**

**Донченко С.И.
Барышев В.Н.
Беляев А.А.
Блинов И.Ю.
Голубев С.С.
Домнин Ю.С.
Пальчиков В.Г.
Попов Е.В.
Слюсарев С.Н.
Федотов Н.В.**

«Разработка уникального комплекса эталонных средств времени и частоты для создания перспективных навигационных технологий»

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»

№	Фамилии, имена и отчества авторов, учёные степени и звания, должности по основному месту работы
1	Донченко Сергей Иванович - доктор технических наук, профессор, генеральный директор, ФГУП «ВНИИФТРИ» – руководитель работы
2	Барышев Вячеслав Николаевич – старший научный сотрудник, ФГУП «ВНИИФТРИ»
3	Беляев Александр Алексеевич - кандидат технических наук, генеральный директор, ЗАО «ВРЕМЯ-Ч»
4	Блинов Игорь Юрьевич - доктор технических наук, заместитель генерального директора – начальник ГМЦ ГСВЧ, ФГУП «ВНИИФТРИ»
5	Голубев Сергей Сергеевич - кандидат технических наук, заместитель руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, Росстандарт России
6	Домнин Юрий Сергеевич - доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, ФГУП «ВНИИФТРИ»
7	Пальчиков Виталий Геннадьевич - доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник, ФГУП «ВНИИФТРИ»
8	Попов Евгений Валентинович – кандидат технических наук, доцент, помощник директора дирекции №3 АО «Концерн Радиостроения «Вега»
9	Слюсарев Сергей Николаевич - doctor of engineering, начальник отдела, ФГУП «ВНИИФТРИ»
10	Попов Евгений Валентинович – кандидат технических наук, доцент, помощник директора дирекции №3 АО «Концерн Радиостроения «Вега»

Краткое содержание работы

Создание технических средств фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС в части оптического репера частоты на основе использования технологии получения холодных атомов; нового поколения хранителей единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия; научно-технического задела по созданию экспериментального образца оптического стандарта частоты и времени на основе фемтосекундных технологий.

ОКР «Оптика»

Развитие технических средств комплекса фундаментального обеспечения ГНС ГЛОНАСС в части создания оптического репера частоты наземного базирования на холодных атомах с погрешностью воспроизведения единицы частоты не более $1 \cdot 10^{-16}$, для достижения тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС в части погрешности согласования национальной шкалы времени UTC(SU) с международной шкалой времени UTC на 2016 год на уровне 7 нс.

ОКР «Маховик»

Развитие технических средств комплекса фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС в части создания нового поколения хранителей единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия, имеющих нестабильность частоты не более $(1-2) \cdot 10^{-16}$, для оснащения эталонов единиц времени и частоты и последующей передачи более точной время-частотной информации прецизионным наземным и бортовым средствам системам ГЛОНАСС в интересах достижения тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС в части погрешности согласования национальной шкалы времени UTC(SU) с международной шкалой времени UTC на 2016 год на уровне 7 нс.

ОКР «Шкалы»

Результатом выполнения работы явилась разработка опытного образца комплекса хранения шкалы национальной шкалы времени Российской Федерации на основе водородных хранителей нового поколения, что обеспечит

развитие технических средств системы фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС и достижение тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС в части расхождения национальной шкалы времени UTC(SU) с международной координированной шкалой времени UTC с погрешностью не более 3 нс.

Основная научно-техническая идея

Разработка эталонных средств воспроизведения и хранения единиц времени и частоты на основе использования технологии охлаждения атомов в радиотехническом диапазоне частот и оптическом диапазоне частот, а также совершенствования квантовых стандартов частоты водородного типа для достижения предельно достижимых точностных характеристик государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

Значение результатов для практики

Созданные технические средства позволят улучшить метрологические характеристики Государственного первичного эталона единиц времени и частоты в части хранения национальной шкалы времени Российской Федерации, а также обеспечат достижение перспективных тактико-технических характеристик ГНС ГЛОНАСС.

ОКР «Оптика»

Разработанный и изготовленный оптический репер частоты наземного базирования на холодных атомах стронция обеспечивает независимое воспроизведение единицы частоты в оптическом диапазоне с длиной волны 698 нм на запрещенном переходе $^1S_0 - ^3P_0$ фермионного изотопа ^{87}Sr и используется в Государственном первичном эталоне времени и частоты России, возглавляющем поверочную схему обеспечения единства измерений времени и частоты в стране.

Разработанный и изготовленный оптический синтезатор частоты обеспечивает передачу единицы частоты из оптического диапазона в радиодиапазон для обеспечения сличений с водородными хранителями единиц

времени и частоты Государственного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени UTC(SU) ГЭТ1-2012.

ОКР «Маховик»

Хранитель единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия обеспечивает воспроизведение высокостабильных спектрально чистых сигналов частоты для повышения стабильности формирования шкалы времени Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2012, вторичных эталонов Росстандарта в рамках работ по содержанию Государственной службы времени и частоты (ГСВЧ), а также рекомендованы к использованию в эталонах Министерства обороны России.

ОКР «Шкалы»

Эталонный комплекс времени и частоты обеспечивает формирование и хранение шкалы времени, приближенной с заданной точностью к национальной шкале времени России, в реальном масштабе времени. Комплекс времени и частоты предназначен для обеспечения заданных характеристик системы ГЛОНАСС по согласованию национальной шкалы времени UTC(SU) со шкалой всемирного координированного времени UTC. На этапе опытной эксплуатации комплекса в 2016-2017 гг. были получены уникальные характеристики, которые соответствуют современному мировому уровню, а по некоторым - не имеют аналогов.

Достигнутый экономический и/или социальный эффект от внедрения

Освоение данных технологий позволило обеспечить развитие средств фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС и достичь безусловного выполнения целевых индикаторов и показателей федеральной программы ГЛОНАСС, закреплённых за Росстандартом.

Экономический эффект от разработанной и внедренной технологии в части последующей модернизации вторичных и рабочих эталонов составляет 1 660,0 млн. руб. Экономия средств федерального бюджета по линии Министерства обороны Российской Федерации составит в объеме более 2 000,00 млн. руб.